JAXA's

［ジャクサス］ March 2011
宇宙航空研究開発機構機関誌

No.037

古川聡宇宙飛行士、打ち上げ迫る
宇宙飛行士として医師として
長期滞在ミッションへ

2011年「きぼう」が世界で果たす役割

空の交通に革命を起こす
静粛超音速機の研究

宇宙広報レポートスペシャル対談 後編
「手づくり模型」が伝える力

宇宙に飛び出す
メイド・イン・ジャパン 第2回

JAXA's No.037
宇宙航空研究開発機構機関誌

CONTENTS

表紙：ロシアのソコル宇宙服を着用した古川聡宇宙飛行士

INTRODUCTION

今号の表紙は穏やかな笑顔が印象的な古川聡宇宙飛行士です。国際宇宙ステーション（ISS）への打ち上げに向け、意気込みをインタビュー。続く特集では、古川宇宙飛行士がさまざまな実験を行う「きぼう」日本実験棟の、船外実験プラットフォームの成果やアジア各国への利用推進について詳しくご紹介します。世界初の技術実証を次々と達成してきた小型ソーラー電力セイル実証機「IKAROS」の定常運用が終了しました。これまでのイベントを写真で振り返り、将来の木星探査を視野に入れた後期運用についてご紹介します。また、小惑星イトカワの微粒子の分析に関係する設備や機器を手がけた会社を関西に取材。日本の宇宙開発を支える強力サポーターの実力をご覧ください。１月のビッグイベントといえば「こうのとり」２号機の打ち上げでした。１月22日、快晴の種子島宇宙センターを飛び立ち、28日午前３時34分頃ISSにドッキング。本誌裏面をその勇姿が飾ります。ISSから分離し大気圏再突入まで、皆様の応援どうぞよろしくお願いいたします。

古川聡宇宙飛行士、打ち上げ迫る

宇宙飛行士として医師として長期滞在ミッションへ

第28次／第29次長期滞在クルーのフライトエンジニアとして、2011年初夏から5カ月半のISS滞在が予定されている古川聡宇宙飛行士。医師から転身し、1999年に宇宙飛行士候補者に選ばれて以来、航空機の操縦から宇宙機システムの操作訓練、語学訓練など、さまざまな経験を積み重ねてきました。間近に迫ったミッションに向け、意気込みを聞きました。

古川宇宙飛行士のミッションロゴ
医師でもある古川宇宙飛行士は、「きぼう」日本実験棟でさまざまな科学実験に取り組む。ロゴの図柄には、生命科学の実験をイメージするDNAの2重らせん構造や結晶、宇宙医学分野の実験をイメージする人体を配置。さらに「きぼう」での実験が暮らしに活かされることを、らせん構造が「きぼう」から地球に伸びる形で表現した。JAXAはアジア各国との協力も進めていることから、アジア地域が描かれている

第28次／第29次長期滞在クルー。
右からアンドレイ・ボリシェンコ、セルゲイ・ヴォルコフ、アレクサンダー・サマクチャイエフ、ロナルド・ギャレン、マイケル・フォッサム、古川聡宇宙飛行士

——前回『JAXA's』でインタビューさせていただいたのは、野口聡一宇宙飛行士の打ち上げの直後で、打ち上げの印象などを含めてお話をうかがいました。その後、今までの間にどんな訓練や準備をされたかをお聞きしたいと思います。

古川 野口宇宙飛行士のバックアップが終わった後、昨年12月に打ち上げられた第26／第27次長期滞在クルーのバックアップとしての訓練がありました。12月の打ち上げの後、いよいよ実際に一緒に飛ぶクルーと訓練を始めました。私が搭乗するソユーズ宇宙船は新型のソユーズです。現行機と似ている所が多いのですが、多少違う所があります。今、頭を切り替えて訓練をしているところです。アメリカのモジュールや日本のモジュールに関しては同じですので、技量を維持向上させるとともに、自分のミッションの間に行う実験テーマなどについての補足訓練を行っているところです。

——一緒に飛ぶクルーを紹介してください。

古川 アメリカのマイケル・フォッサム宇宙飛行士は長期滞在の後半はISSのコマンダーになります。空軍出身の親分肌の人で、とても頼りになります。星出彰彦宇宙飛行士と一緒に「きぼう」日本実験棟の船内実験室を取り付けるミッションでも飛んでいます。船外活動のスペシャリストです。もう1

人はロシアのセルゲイ・ヴォルコフさんで、リーダーシップのあるしっかりした人です。お父さんも宇宙飛行士でしたから、2世代の宇宙飛行士ということになります。3人で仲良く、和気あいあいと訓練をしています。

船長補佐としてソユーズ宇宙船に搭乗

——古川さんの主な任務を教えてください。

古川　大きく分けると2つあります。1つ目は、宇宙へ行く時と帰る時に乗るロシアのソユーズ宇宙船での仕事です。私はフライトエンジニアとして船長を補佐します。船長と協力をして、万が一異常事態が起こった時にはそれにも対応しながら宇宙船を運用するということですね。2つ目は、国際宇宙ステーション（ＩＳＳ）に約5カ月半滞在している間の仕事です。さまざまな科学実験を行うほか、ＩＳＳのシステムで調子の悪くなったものを修理したり、交換したり、ロボットアームを操作するといった任務もあります。

——打ち上げの時には左側の座席で船長を補佐する形になりますが、実際にどんなことをするのでしょうか。

古川　システムをモニターしています。打ち上げ時に万が一異常事態が起こった場合は、カプセルだけ分離して緊急帰還します。打ち上げの時は、たぶん「これは訓練にそっくりだな」と思うのではないかと思います。

——帰りはどうでしょうか。

古川　帰りはよりたくさんの項目をモニターしなければなりません。システムの状態をまとめた画面を見ながら異常が起きていないかチェックしていくわけです。船長と協力してコマンドもたくさん打ちます。航空機のコックピットの機長と副操縦士と一緒だと思います。

——ソユーズ宇宙船のフライトエンジニアの訓練はとても高度で厳しいと聞いています。医師出身の古川さんにとってかなりチャレンジングなことだったのではないでしょうか。

第26次／第27次長期滞在クルーのバックアップクルー（交代要員）に任命（2010年12月／バイコヌール宇宙基地）　©S.P.Korolev RSC Energia

古川　おっしゃる通りです。理論編の勉強をした最初の頃はあまり理解できないこともありました。宇宙船の運用に関してはいろいろ訓練で身に付けましたが、これには航空機を操縦する訓練が非常に有効だったと思います。

——古川さんが搭乗するソユーズは今回が2回目の飛行となる新型です。ロシア側としては期待している宇宙船だと思いますが。

古川　その通りです。まだ試験機の意味合いも大きいと思いますが、そのような段階で外国人の私が船長補佐として搭乗できるのはとても光栄です。

——「きぼう」日本実験棟ではどんな実験を行う予定ですか。

古川　さまざまな実験を行いますが、1つの例は「タンパク質の結晶生成実験」です。宇宙の無重量環境下では地上よりも良い性質の結晶が出来ます。それを地球に持ち帰って詳しく分析すると、タンパク質の立体構造が細かく分かります。それによって病気の原因も解明されますし、病気に効果的な薬物を作ることも可能になります。このような研究では、すでに大阪バイオサイエンス研究所の裏出良博先生によりデュシェンヌ型筋ジストロフィーという難病の治療につながる薬が開発されつつありますし、横浜市立大学の朴三用先生はインフルエンザウイルスによる感染の治療薬の研究をされています。そういった結果に基づき、さらに進んだタンパク質結晶生成実験が今後も続いていく予定です。

　2つ目の例は、シリコンゲルマニウムの半導体の結晶を作る「Ｈｉｃａｒｉ」と呼ばれている実験です。ＪＡＸＡが開発したＴＬＺ法という世界で初の方法を用い、組成が均一な結晶を作ろうとしています。コンピューターのチップとか、レーザーの発振装置などは高温になるとパワーが落ちてしまうのですが、高品質の結晶が出来ると、高温でもうまく機能するようになるのではないかと期待されています。

従来に比べ機器のデジタル化が行われた改良型のソユーズTMA-M宇宙船。初号機は2010年10月に打ち上げられた
©S.P.Korolev RSC Energia

　もう1つは、自分の体を使って行う実験の例です。これは若田宇宙飛行士らも行っていますが、「ビスフォスフォネート」という骨そしょう症の薬を宇宙で飲むという実験があります。宇宙では地上での10倍ぐらいの速さで骨がもろくなっていきます。それをこの薬を飲むことで抑える実験で、将来誰もが気軽に宇宙へ行ける時代に向けての準備になるのではないかと思っています。

宇宙環境を医師の目で伝える

——医師としての経験はどんな形で活かされますか。

古川　宇宙に行くと身長が伸びて腰が痛くなったり、体液シフトによって顔がむくんで足が細くなったりとか、いろいろな変化が起こります。そういうことを医師としての目で皆さんにお伝えできたらと思います。それから「宇宙医学にチャレンジ！」という実験で主に医療関係者の方からさまざまな実験テーマを提案していただきました。そういった実験を行うのも楽しみです。もちろん、仲間が具合悪くなった時に診察をしたり、地上の医師と協力して対応をとるといったこともできるのではないかと思っています。

——日本人宇宙飛行士のＩＳＳ長期滞在は古川さんが3人目で、その後、星出宇宙飛行士、若田宇宙飛行士の長期滞在が予定されています。日本人宇宙飛行士が宇宙にいるという存在感が高まっているのではないかと思いますが、いかがでしょう。

古川　ある時期まではＩＳＳに長期滞在しているのはアメリカ人かロシア人だけだったのですが、ＩＳＳの国際パートナーである日本やヨーロッパ、カナダの宇宙飛行士が滞在する機会が多くなってきました。国際色が豊かになり、それぞれのもっている背景をうまく活かした中で仕事がされています。文化的、言語的な背景の違い、あるいは個性の違いがたくさんあるということを認識した上で、その違いを尊重するのが大切だと思っています。

——打ち上げに向けた抱負をお話しいただけますか。

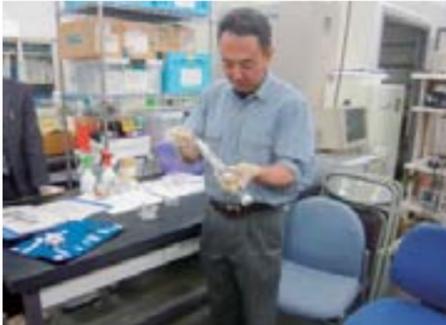
古川　ラストスパートに入っていますが、自然体でいきたいですね。日本の将来にとっては科学や技術にたずさわる人材を育てることが重要だと思います。私の宇宙での経験をそういう人たちにつなげていけたらと考えています。宇宙で皆さんのためになる仕事ができるように頑張っていきたいと思いますので、応援をお願いします。

打ち上げに向けた訓練は最終段階に

ISSのロボットアーム（SSRMS）の操作訓練。キューポラからSSRMSを操作し、宇宙ステーション補給機を把持する操作を確認（2010年6月／NASAジョンソン宇宙センター）　©JAXA/NASA

ソユーズ宇宙船のシミュレーターでの訓練（2010年6月／ガガーリン宇宙飛行士訓練センター）
©JAXA/GCTC

AED（自動体外式除細動器）を用いた心肺蘇生訓練（2010年7月／NASAジョンソン宇宙センター）
©JAXA/NASA

バーチャルリアリティシステムを使用した船外活動訓練（2010年9月／ NASAジョンソン宇宙センター）
©JAXA/NASA

「きぼう」で行われる生命科学実験「植物の重力依存的成長制御を担うオーキシン排出キャリア動態の解析」で実施する作業の手順確認（2011年1月／筑波宇宙センター）

特集
2011年「きぼう」が世界で果たす役割

究極の実験室を生んだオールジャパンの技

白木邦明
SHIRAKI Kuniaki
宇宙航空研究開発機構
理事

「きぼう」日本実験棟は、耐久性、安全性、操作性などを極限まで追求した宇宙スケールのグッドデザインであると評され、2010年度のグッドデザイン金賞を受賞しました。600社以上の日本企業が知恵と技術を結集させた大プロジェクトについて、開発当初からかかわってきた白木理事にインタビュー。さらに「きぼう」船外実験プラットフォームの成果や、アジア太平洋地域で「きぼう」利用を促進するための活動について、宇宙環境利用センターの上垣内室長に話を聞きました。

日本初の有人施設建設プロジェクト

――まず「きぼう」日本実験棟の開発が始まったあたりからお話をうかがいたいと思います。

白木 国際宇宙ステーション計画は1984年、当時のレーガン大統領が日本、ヨーロッパ、カナダに参加を呼びかけたところから始まっています。日本はH−IIという純国産ロケットを開発しようとしていた時代でしたが、有人宇宙システムも開発したいという考えもあり、この計画にぜひ参加しようということになりました。予備設計の段階で、日本の科学者が船内でも宇宙空間でも実験を行える施設ということから、今の船内実験室と船外実験プラットフォームという考えが出来上がりました。さらに将来必要になる有人技術を併せて開発するためにロボットアーム、船内保管室、それからエアロックを組み合わせた今の「きぼう」のコンセプトができたわけです。

――かなり意欲的な設計でしたね。

白木 85年7月にそういったコンセプトをもってヒューストンに乗り込んだわけですが、当時NASAは非常に大きなシステムを考えていました。たとえばアメリカの実験棟は2つ、居住棟も2つとか。そこへ、日本が4畳半に全部入ったようなものをもっていったというのが、最初の私たちの印象でしたね。

――しかしその後、ISSは設計の変更などがあり、最終的には「きぼう」はISSの中でもいろいろな機能を持った規模の大きなモジュールになりました。

白木 そうですね。

――技術的にはチャレンジング的なところが多かったのではないですか。

白木 すべてがチャレンジでしたね。当時のNASDA（宇宙開発事業団）はロケットと人工衛星が2本立てで走っていました。そこにいきなり有人の実験棟を自力で開発するという仕事に取り組んだわけですから、やることがものすごくたくさんありました。NASAとの交渉も大変でしたね。日本で最初の有人施設をオールジャパンで開発するために参加企業を募りました。三菱重工、石川島播磨、川崎重工、当時の日産自動車という重工系4社と、三菱電機、NEC、東芝、日立の電気系4社という日本を代表する大企業が参加してくれました。その下にいろいろな企業がありましたから、全部で600社以上がこの計画にかかわっています。

――ロシアが参加することになったときの影響はありましたか。

白木 93年にクリントン政権が発足し、財政難から設計の見直しが指示され、検討チームによる作業がスタートしました。そのうちに会議にロシアが参加するようになりました。ロシアが参加した一番大きな影響は、ISSの軌道傾斜角が28・5度から51・6度に変わったということです。軌道傾斜角が大きくなるとスペースシャトルで打ち上げられる質量が減ります。「きぼう」はシャトルの2回の飛行で打ち上げる予定だったのですが、3回になりました。このときにアメリカやヨーロッパの部分は規模が縮小されたのですが、日本は当初の計画のままでした。

――ほとんど経験のないところから始まって「きぼう」を完成させたことの意義はどのあたりにありますでしょうか。

白木 NASAの厳しい要求に応えながらあれだけの大きな有人システムを作り上げられた。その技術的なポテンシャルの高さ、それから国際パートナーとしてNASAやヨーロッパと肩を並べるような位置にまでなったというのは非常に大きな効果だと思います。

――有人施設の安全設計の面ではいかがですか。

白木 有人の施設は安全が第一ですが、最初は安全設計というのがどういうことなのかよく分からなかったですね。宇宙船で危険なのは火災と急減圧、それから空気の汚染ですが、そういったものに対してtwo fault tolerantとかtwo failure toleranceといいますが、要するに2つ故障が重なってもまだ安全であるという設計が必要です。それからfail-safeという、何か故障が起きても安全な状態が維持できるという安全設計の思想、そういったものが理解できたところではないかと思います。

――いろいろな勉強もされたと思いますが、日本独自で解決していった要素も多いのではないですか。

白木 そうですね。NASAからの要求をどう実行するかは、日本で独自に考えてやっていかなくてはなりませんでした。

――若田光一宇宙飛行士が「きぼう」の船内実験室にはじめて入った時の印象として、非常にきれいで、細部まで工作がきちんとしていて、音も静かだというようなことを述べています。世界に誇れる施設になっているとお考えですか。

白木 NASAの人や他の国の宇宙飛行士の方も「きぼう」の出来の良いところは評価してくれています。船内環境についても温度、湿度、空調、騒音、照明などにいろいろ設計要求がありました。私たちは決められた要求をとにかく満たすために日本流の生真面目さで頑張ってきました。最後まであきらめなかったことが、結果的には良いものが出来た理由だと思います。

「きぼう」日本実験棟の全貌

船内保管室
システム機器や実験装置などの保全に必要なツールや、実験試料、機器の故障時に備えた予備品を保管

ロボットアーム
「親アーム」は船外実験装置など大型機器の交換に使用し、「子アーム」は細かい作業を行うときに使用。共に6つの関節を持ち、人間の腕と同じような動作が可能

エアロック
隣り合う室内の圧力差を調節する機能を持った出入り口として使用する通路。1気圧の空気で満たされている船内実験室と、真空の宇宙空間にさらされている船外実験プラットフォームとの間で、実験装置や実験試料などの物を移動する際に使う

船内実験室
微小重力環境を利用した実験や「きぼう」全体のコントロールを行う。地上とほぼ同じ1気圧が保たれ、宇宙飛行士が活動しやすい環境となっている

衛星間通信システム
「きぼう」の運用を効率的に行うためのシステムで、船外実験プラットフォームにアンテナを設置。データ中継技術衛星「こだま」を経由して筑波宇宙センターとの間でデータ、画像や音声などの双方向通信を行う

船外実験プラットフォーム
宇宙曝露環境を利用して、科学観測、地球観測、通信、理工学実験、材料実験などを実施

「きぼう」で培われた技術を「こうのとり」に活かす

――「きぼう」には日本独自のロボットアームがありますが、真空中であいうふうに物を動かすメカニズムというのは難しいところが多いのではないですか。

白木 「きぼう」のロボットアームには実験装置やシステム機器を保全する子アームまで付いていますが、多くのメカが使われています。これらは真空中では潤滑に課題があり、真空潤滑に関する技術をずいぶん開発し、使っています。

――「きぼう」に付いているエアロックの開発はいかがだったのでしょうか。

白木 エアロックは船内と船外で物の出し入れをするところで、空気が漏れないように二重のハッチが付いています。外側のハッチを開ける時に空気をいったん真空ポンプで回収するんですね。空気は大切ですから、そういったシステムが付いています。エアロックの軌道上検証は最後になりましたが、1回でうまくいきました。

――それから船外実験プラットフォームですが、ここにはどんな工夫がされていますか。

白木 NASAもトラス構造に実験装置や観測装置を取り付ける場所を作っていますが、日本の船外実験プラットフォームには大電力を使う実験装置を取り付けられますし、冷媒を循環させて熱を取る熱制御のシステムも付いています。

――「きぼう」で培ってきた技術は、たとえば「こうのとり」などにも活かされているわけですね。

白木 「こうのとり」の与圧部は「きぼう」の船内保管室とほとんど同じですし、非与圧部の曝露パレットには、「きほう」の船外実験プラットフォームの技術が使われています。

――いろいろ貴重な財産が得られているということになりますね。

白木 NASAの厳しい条件をクリアして、あれだけ欲張ったシステムをコンパクトに作ったということで、今後新しいシステムを作る上で、チャレンジはあるかもしれないけれど、出来ないものはないという自信はできたと思います。去年は「きぼう」がグッドデザイン金賞までいただきました。技術的な要求から出来上がってきたものが非常に優れたデザインと評価されたわけで、そういったものに作り上げた企業の方の努力に敬服するしかないですね。

――オールジャパンで取り組んだ成果ということですね。ありがとうございました。

「きぼう」組み立てミッション

©JAXA/NASA

2008年3月　船内保管室取り付け
「きぼう」の打ち上げ第1便にあたる1J/A（STS-123）ミッションで、船内保管室が取り付けられた。写真はドッキングのためISSに近づくエンデバー号。貨物室に船内保管室が見える。

©JAXA/NASA

2008年6月　船内実験室、ロボットアーム取り付け
第2便にあたる1Jミッション（STS-124）で、船内実験室とロボットアームが取り付けられた。写真はISSのロボットアームによって把持された船内実験室。

©JAXA/NASA

2009年7月　船外実験プラットフォーム、船外パレット取り付け
第3便にあたる2J/Aミッション（STS-127）で、船外実験プラットフォームと船外パレットが取り付けられた。写真は若田宇宙飛行士が操作する「きぼう」のロボットアームにより、船外実験プラットフォームに取り付けられる全天X線監視装置「MAXI」。空になった船外パレットはシャトルの帰還時に回収された。

「きぼう」船外実験プラットフォームの成果

本誌34号では「きぼう」の船内実験室を特集しましたが、今号では船外実験プラットフォームにスポットをあてます。宇宙空間に直接曝される環境で、3つの実験装置によって宇宙空間を長期間利用する実験や天体観測・地球観測を行っています。それぞれの実験装置や現在までの成果をご紹介します。

天体観測や地球観測、材料実験までを実施する多目的実験スペース

——「きぼう」日本実験棟の船外実験プラットフォームの特徴とは何ですか。

上垣内　船外実験プラットフォームは、国際宇宙ステーション（ＩＳＳ）の中でも日本だけが持っている本格的な船外実験や観測ができる設備です。「地球を観測する」、「天体を観測する」、それから「ＩＳＳが飛んでいるあたりの宇宙環境を観測する」。これは船外でなくてはできません。装置を取り付けるポートが10あって、そのうちの５つを日本が使い、残りの５つを米国が使います。船外実験プラットフォームは２００９年７月、若田光一宇宙飛行士がＩＳＳに長期滞在中に「きぼう」に取り付けられました。このときＭＡＸＩ（全天Ｘ線監視装置）とＳＥＤＡ-ＡＰ（宇宙環境計測ミッション装置）という２つの実験装置も取り付けられました。

——ＭＡＸＩについてご説明を願います。

上垣内　ＭＡＸＩは広い視野で、Ｘ線天体を24時間監視しているのが特徴です。Ｘ線源となっているのはブラックホールのまわりを星が回っている連星系などです。また、ガンマ線バーストと呼ばれる現象が起こると、天体が突然ガンマ線やＸ線で明るく輝きます。しかし、ガンマ線バーストは持続する時間が短く、しかも宇宙のどこで起こるか分からない。そこでＭＡＸＩのような装置が威力を発揮します。ガンマ線バーストに伴って発生したＸ線を検出すると、ＭＡＸＩは迅速に世界中の天文台や研究者に通報します。そうすると、ガンマ線バーストを起こした天体を世界各地の天文台や天文観測衛星がいろいろな波長で観測することができます。

——これまでどのくらい通報を出していますか。

上垣内　約１年の間で64回通報を出しています。それから、Ｘ線新星といって突然Ｘ線で明るく輝く星がありますが、ＭＡＸＩはこれまでに３個のＸ線新星を発見しています。Ｘ線天体を高精度で24時間監視する装置はこれまでありませんでしたから、世界中の天体学者に重宝がられています。

——ＳＥＤＡ-ＡＰは「宇宙の百葉箱」と呼ばれているそうですね。

上垣内　はい。百葉箱のように宇宙環境のいろいろなものを調べています。宇宙放射線には太陽から飛んでくるものと、太陽系外から飛んでくる銀河宇宙線があります。陽子などの軽い荷電粒子から鉄などの重イオン、さらに中性子線も調べています。それから微粒子ですね。ロケットや人工衛星などの破片である、いわゆるスペースデブリもあるし、隕石由来のマイクロメテオロイドもあります。そういう微粒子を捕捉する装置もあります。原子状酸素も調べています。酸素分子は高度４００kmくらいのところでは紫外線によって分解されて原子状になっていますが、これは人工衛星などの表面を劣化させる原因となり、宇宙開発の世界ではいつも問題になっています。宇宙空間のプラズマの状態も観測しています。大きな人工衛星になると、プラズマによって帯電し、それが放電を起こして機器を壊すというようなことが起こるのです。

——宇宙環境の観測は、これまでも行われていると思います。ＳＥＤＡ-ＡＰの特徴は何ですか。

上垣内　人工衛星でのこれまでの観測は高度が５００kmとか、１０００kmでした。今後の有人宇宙活動にとって重要な高度４００kmくらいの環境を継続的に調べているのはこれが初めてです。また、宇宙では放射線によってＣＰＵやメモリーなどの電子機器に被害がでます。こうした影響についても継続的に調べています。

——09年９月に「こうのとり」１号機でＳＭＩＬＥＳ（ＪＥＭ搭載超伝導サブミリ波リム放射サウンダ）という装置が運ばれましたね。

上垣内　ＳＭＩＬＥＳは主にはオゾン層の破壊に関係している微量な化学成分をサブミリ波という電波で計測する装置です。オゾンや一酸化塩素、塩化水素などの分布を同時に高精度で調べることができますが、これは世界で初めてのことです。これによってオゾンホールの回復過程などが分かります。精度の高い観測が行われたのですが、残念なことに約半年で観測機器に不具合が起き、観測ミッションは終了してしまいました。このＳＭＩＬＥＳにはセンサーをマイナス２６９℃まで冷やす冷凍機が搭載されていました。ここまで冷やせる冷凍機を地球観測に使用したのはこれも世界で初めてのことで、宇宙で実際に運転するという技術実証の面もありました。今回取った運転のデータをもとに、今後、こうした冷凍機を使った観測機器が実際に使われていくことになると思います。

——船外実験プラットフォームに今後新しい装置が付く計画はあるのですか。

上垣内　今２つほど開発に入っています。１つは、「ポート共有実験装置」と呼んでいるのですが、１つのポートでいくつかの実験ができるようなシステムを開発中です。もう１つはＣＡＬＥＴ（高エネルギー電子、ガンマ線観測装置）という天体観測装置です。これまで測れていない非常に高エネルギーの粒子を観測します。また、国際的な大型プロジェクトとして検討しているＥＵＳＯという装置があります。これはさらに高い極限エネルギー粒子が地球の大気との間で起こす発光現象を精密に観測するものです。

——船外実験プラットフォームを地球観測に使う計画はありますか。

上垣内　ＪＡＸＡは今、船外実験プラットフォームを含めＩＳＳ全体をもっと地球観測に使おうと各国に呼びかけています。宇宙飛行士が直接カメラで地上を観測するのも１つの方法ですし、船外実験プラットフォームに赤外カメラを設置すれば、森林火災などの監視に利用することができます。それから「きぼう」はＩＳＳの中で一番機能が多いんです。独自のロボットアームもエアロックも持っている。それで、このエアロックをもう少し活用して、例えば小型の人工衛星をここから宇宙空間に出してロボットアームで放出するとか、放出しなくても、船外でセンサーなどのちょっとした実験をしたり、機能確認するとか、そういう使い方もあると思います。いろいろな使い方をこれからどんどん探していこうと思います。

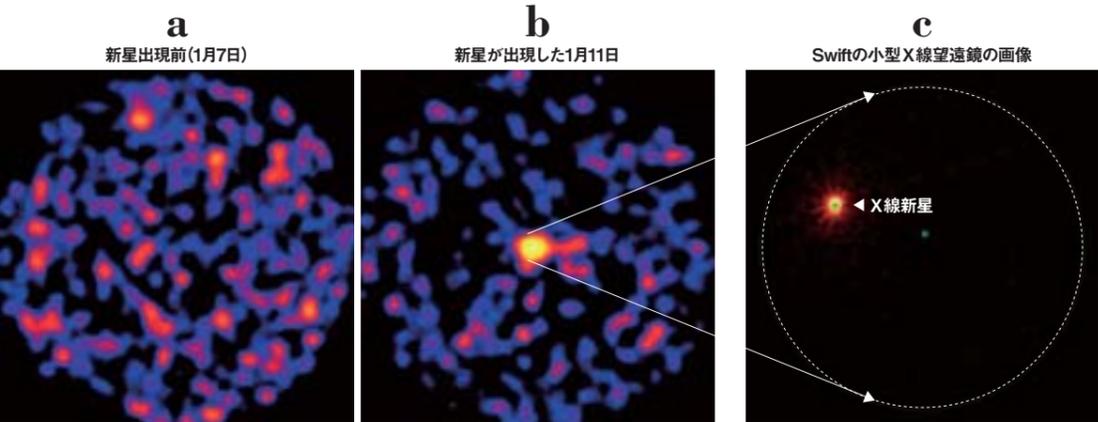
ポート共有実験装置（MCE）
全天Ｘ線監視装置（MAXI）
超伝導サブミリ波リム放射サウンダ（SMILES）
宇宙環境計測ミッション装置（SEDA-AP）

船外実験プラットフォーム

実験装置を取り付ける場所が全部で10カ所あり、そこに船外実験装置や船外パレットなどを取り付ける。また、船外実験装置を交換することでさまざまな実験を行うことができる。実験のサポートを行うために、必要な電力を実験装置に供給したり、装置を冷却するための冷媒を循環させたり、実験データを収集したりする機能も装備。図の「MCE」は、小型の5つのミッションを1つの実験装置に混載し、ポート（船外実験プラットフォームに実験装置を取り付けるための接続ポイント）を共有して、実験・観測を行う実験装置。

上垣内 茂樹
KAMIGAICHI Shigeki
宇宙環境ミッション本部
宇宙環境利用センター
技術領域総括
きぼうアジア利用推進室室長

「MAXI」X線新星発見

MAXIは2011年1月11日に「はと座」で発生したX線新星を発見。X線新星とは突然X線で輝きだす星のことで、その多くは銀河系の中にあるブラックホールの連星。aとbは、MAXIが観測した1月7日と11日の画像。cは、通報を受けたNASAのガンマ線観測衛星「Swift」の小型X線望遠鏡での追跡観測画像。

a 新星出現前（1月7日）
b 新星が出現した1月11日
c Swiftの小型X線望遠鏡の画像
X線新星

①オゾン
② ClO
③ HCl

ヨーロッパおよびロシア上空で成層圏オゾンが減少
オゾン破壊の進行中に生成される塩素化合物が多い
塩化水素（HCl）の減少は、②のClOの増加を間接的に示す

「SMILES」がとらえたオゾン破壊

SMILESは2010年1月23日に高度22kmにおけるオゾン破壊を観測した。従来の地球観測衛星では、各種塩素化合物の観測精度に限界があり、1日単位での分布の変化を検出することが難しかったが、SMILESは、世界初の高感度を活かし、オゾンそのものの減少（①）だけでなく、塩素化合物が変化している状況（②の増加、③の減少）も1日単位で捉え、オゾン破壊現象を多面的に観測することができた。
※北極付近のデータがないのは、ISSの軌道の関係でSMILESの観測範囲から外れるため。

アジアの種子を宇宙に

日本はISS計画に参加している唯一のアジアの国であり、JAXAは「きぼう」の利用分野でアジアの国々との協力を進めようとしています。

これまでの韓国とマレーシアについては、それぞれの国の宇宙飛行士がISSに打ち上げられた際には、宇宙放射線計測などについてお互いに協力しました。またマレーシアはJAXAのたんぱく質結晶生成実験にも参加しています。

1月22日に打ち上げられた「こうのとり」2号機では、マレーシア、インドネシア、タイ、ベトナムの植物の種子がISSに運ばれました。多くのアジアの国々が「きぼう」での宇宙実験に興味を示していますが、宇宙実験について知識や経験がない国がほとんどです。そこで、サンプルの打ち上げから回収までの1サイクルをまず経験するという目的で、この「SPACE SEED FOR ASIAN FUTURE」というミッションが考えられました。ミッションロゴはマレーシアがデザインしました。袋に入れられた種子は「きぼう」船内実験室に保管され、今年4月のスペースシャトルで地球に戻ってきます。各国はこの種子を教育活動などに使う予定です。

JAXAはこうした小さな実験から始めて、将来はアジアのそれぞれの国が自前の実験装置を開発し、日本の研究者と一緒に実験ができるような「きぼう」の利用を進めていきたいと考えています。

IKAROS、任務完了後も宇宙の旅は続く

昨年12月8日、金星に8万kmまで接近した際、自身のセイル越しに撮影した金星の姿

中央の写真は、国立科学博物館に展示された1/4部分のセイルを前にしたイカロスデモンストレーションチームの記念写真。バックアップとして製作されたフライト同等品。周囲の写真は開発や打ち上げ時のスナップなど

2010年5月、金星探査機「あかつき」とともに打ち上げられたIKAROSは、所定のミッションを完遂し後期運用に入りました。

6月、薄くて丈夫な高分子樹脂ポリイミドの帆の宇宙空間での展開に成功、膜面にとりつけられた薄膜太陽電池による発電も確認できました。これが最初の成果です。

さらに太陽光圧による加速を確認し、帆の向きを変え進行方向を変えるため誘導航法技術も身に付けつつあります。

12月8日に金星のそばを通過するまでの半年間にIKAROSが獲得した速度は約100m/s。速度ゼロの物体が新幹線以上の速さになるのと同等です。あかつきの周回軌道投入は前日の7日、金星軌道の内側からのアプローチでしたが、IKAROSは金星の外側を通りました。その差を生んだのがソーラーセイルであり、燃料をまったく消費せず、〝太陽光圧による加速だけ〟でこれだけの速度が得られたことに、大きな意味があります。

またオプション機器として搭載された大面積宇宙塵検出器「ALADDIN」やガンマ線バースト偏光検出器「GAP」、VLBI計測用マルチトーン送信機も着実に成果を上げており、運用期間が延びれば延びるほど、大きな成果への期待が高まります。

IKAROSの誘導制御で得られた技術と知見は、将来の「ソーラー電力セイル探査機」つまり、太陽光圧とイオンエンジンの両方を使って探査機を誘導制御する技術につながっていきます。IKAROSは打ち上げから5年後となる2016年に、地球のそばを再び通過します。太陽光を反射する大きな膜が地上から見えるでしょうか。そして、次の探査に向けたミッションはどんな段階を迎えているでしょうか。引き続き後期運用にもご注目ください。

1 小型超音速旅客機（JAXA構想）
2 オーストラリアのウーメラ砂漠での飛行実験で実際に使用した機体。ロケットで打ち上げ落下させてデータを取得した
3 リフトオフ直後の実験機

空の交通に革命を起こす

静粛超音速機の研究

飛行時間を大幅に短縮し、経済的で環境に優しい次世代の超音速旅客機。開発のためには音速を超えるだけではなく、経済性や環境への影響を考慮した技術が求められています。JAXAが取り組む、騒音を抑えた「静粛超音速機技術の研究開発」計画について吉田憲司超音速機チーム長に話を聞きました。

吉田憲司
YOSHIDA Kenji
航空プログラムグループ
超音速機チーム　チーム長

経済面、環境面から超音速機技術を研究

——まず静粛超音速機の研究について概要を教えてください。

吉田　すでに退役しましたが、「コンコルド」という超音速旅客機がありました。コンコルドが現役だった20年ほど前から、世界各国でコンコルドを超える新しい超音速機の開発が行われており、日本でも研究が進んでいました。JAXAとして本格的に超音速機技術の研究開発がスタートしたのは1997年からです。

コンコルドを超える超音速機に求められる技術的課題は、大きく2つあって、1つは経済性の改善、もう1つは環境に与える影響の低減です。経済性を改善するには、音速を超えると大幅に増加する空気抵抗をいかに小さくするかということになります。空気抵抗が小さくなれば、エンジンの燃費が向上し燃料の消費を減らすことができます。97年からJAXAで始まった「次世代超音速機技術の研究開発（NEXST）」計画と呼ばれる研究では、まず空気抵抗を下げることに挑戦しました。

——成果はどうだったのでしょうか。

吉田　空気抵抗をコンコルドに換算すると13％程度低減できる技術を確立しました。模型を使っての風洞実験を経て、最後は想定する機体の約1／10スケールモデル機を作り、効果を実証しました。2005年にオーストラリアの砂漠でロケットに乗せて打ち上げ、グライダーのように滑空させることで超音速での飛行をさせました。実際に実験に使用した機体が、調布航空宇宙センターに展示してあります。足かけ9年かかって得たデータは、国内の関係企業や大学からアクセスできるようにデータベース化し公開しています。また、設計ソフトウェアも、3月には公開できるよう整備中です。

——空気抵抗を減らすために、どのような技術が使われていますか。

吉田　空気抵抗には空気の圧力によって生じる圧力抵抗と、空気との摩擦で起きる摩擦抵抗の2つがあります。コンコルドが縦に長く細い胴体と三角形の翼を持っているのは、圧力抵抗を下げるためです。圧力抵抗を下げる技術はある程度確立していますので、「NEXST」計画では摩擦抵抗の低減にトライしました。

摩擦抵抗も機体の形を変えるだけで下げることができます。機体表面の空気の流れでみると、スムーズな流れの層流と乱れた流れの乱流では10倍ほど、摩擦抵抗が違います。ですから、層流にするための機体の形を追求したのです。たとえば、翼の前方の断面は鯨の頭のような形状にすることで、層流を作りやすくしています。

地上にもたらす騒音を落下実験で計測

——もう1つの課題である環境への影響を低減する研究についてうかがいます。

吉田　環境への影響では、離着陸時の騒音とソニックブームが問題になっています。ソニックブームとは、航空機が音速を超えた時に航空機のいろいろな部分から発生する衝撃波が地上まで伝播する際に、最終的に前方と後方から発生する衝撃波に集約され、2つの強い圧力上昇に伴って大きな騒音をもたらすものです。JAXAでは06年から、「静粛超音速機技術の研究開発」計画を立ち上げています。「静粛」という言葉は、離着陸騒音を下げてソニックブームを抑えるという意味です。この研究で私たちは、「ソニックブームを低減する機体の設計技術の確立」をめざしています。現在までに、機体の設計と計算機によるシミュレーション実験、風洞実験での確認は行いました。実際にエンジンを搭載したモデルによる飛行実証は必要だと考えていますが、予算的にエンジン付きモデルによる飛行の実施は難しいため、バルーンを使用して無推進機体を落下させる実証実験を計画しています。スウェーデンの実験場でバルーンを高度30kmぐらいまで上げて、そこから1トンくらいの機体模型を落下させる予定です。地上に激突するまでにマッハ1.4程度に到達するので、その際に発生するソニックブームを地上及び空中（高度1km）のマイクで計測します。

Drop testの「D」を取って「D-SEND」と呼んでいるこの実験は、2段階の計画になっています。最初の実験であるD-SEND#1は、11年の4～5月に鉛筆のような形の単純な形状の物体を落として、実際に空中ブーム計測システムで所望の圧力変動が計測できるかといった予備試験を行います。次の本試験にあたるD-SEND#2は、13年の7～8月に予定されています。気球を使うので天候にも左右されるのですが、延びても9月には終えたいと考えています。

——ソニックブームを抑える技術とはどのようなものですか。

吉田　先ほど説明しました通りソニックブームは最終的に機体の前方と後方の2カ所から発生する衝撃波に整理・統合されますので、機体の先端部分と後端部分の形状を工夫して、うまく衝撃波を抑えることが必要となります。ソニックブームを下げるためには、一度空気に大きな擾乱を与えた方がよく、その後は擾乱を与えないような形状にすると良いことが分かっています。D-SEND#2では、空気抵抗を下げるために機体上部は細く、ソニックブームを抑えるために下部は太く、機体の上下が非対称になっています。機体後部は、翼から出る衝撃波と胴体の後端から出る衝撃をうまくコントロールするために、胴体下部に少し波状の変化を持たせたり、翼の取り付け位置を工夫することで衝撃波と膨張波の組み合わせの微妙なコントロールを行っています。

「静粛超音速機技術の研究開発」で想定している50人乗りの小型超音速旅客機では、エンジンは機体上面後方に2基、垂直尾翼も2枚（双尾翼形態）として、その間にエンジンを配置します。この配置は離着陸時の騒音を下げる遮蔽（しゃへい）効果と、エンジンの排気という騒音源から放出される圧力波を地上に向けないという目的があります。ただし、ソニックブームを抑える技術を飛行実証するために検討した静粛超音速研究機は1つのエンジンを想定していましたので、胴体の上に配置しました。またエンジンを機体上面後方に配置することで、機体重心のバランスをとるため水平尾翼は少し大きくなっています。さらに機体の尾部は普通丸くなっている印象があると思いますが、この静粛超音速研究機ではフラットな板のようになっています。これによって生まれる揚力が、ソニックブームを下げる効果があるのです。なお、空気抵抗を減らす研究（NEXST計画）では特許を取得していなかったので、こちらの研究ではすでに2件の特許を押さえています。

D-SENDプロジェクトは、D-SEND#1とD-SEND#2の2段階の落下試験から構成される。両試験とも、気球を使って約30km上空まで供試体を運び、気球から切り離して落下させて超音速まで加速し、その時発生するソニックブームを地上のブーム計測システムにより計測。D-SEND#1では単純な形の軸対称の供試体を真下に落下させ、D-SEND#2では航空機の形状をした供試体を、ブーム計測システムの上空を通過するように誘導・制御する

——空気抵抗技術と同じようにデータを公開するのでしょうか。

吉田　ソニックブームを実際に測ったデータは貴重ですから、データを公開します。そして私たちの持つ技術でソニックブームをこれだけ低減できましたというデータも出します。こうしたデータの提供は世界初になりますから、とても価値があると思っています。試験が終わってから2年くらいはかかるとは思いますが。現在ICAO（国際民間航空機関）で16年2月をターゲットに、ソニックブームはどの位の騒音のレベルならよいかという基準を作る動きがあります。そのためのワーキンググループに、実験データを提供することも私たちのアウトプットの1つです。

——13年の実験が成功すれば、日本のデータが国際基準の基礎になる可能性はありますか。

吉田　そうなるように、きちんとしたデータを出したいと思っています。

——機体以外ではどのような研究が行われていますか

吉田　ソニックブーム低減技術の研究に必要である、ソニックブームの評価技術も研究しています。ソニックブームが人間に与えるフィジカルな影響はもちろん、心理的な影響についてもどのように評価すればいいのか。ソニックブームの波形や周波数は分かっていても、実際に人間が受ける感触は千差万別です。そこで、JAXAでは2年前にソニックブームを模擬できるシミュレーターボックスを製作しました。それを使って人工的にソニックブームを作り出し、いろいろな条件を変えて人間に対する影響を調べています。

——日本で超音速機の研究をする意義はどこにあるのでしょうか。

吉田　SSTには莫大な開発費用がかかるため、国際共同で開発することになります。欧米でもまだまだ技術的課題が残っていますので、日本も最初から開発に参加できるチャンスがあります。しかしそのためには独自の技術を持っていなければなりません。日本の航空機産業を伸ばす意味でも、超音速機の技術レベルを上げておくことは重要だと考えています。

「静粛超音速機技術の研究開発」計画で設計検討した研究機のモデル

長谷川義幸
HASEGAWA Yoshiyuki
宇宙航空研究開発機構　執行役

阪本成一
SAKAMOTO Seiichi
宇宙科学研究所教授／
宇宙科学広報・普及主幹

「手づくり模型」が伝える力

「きぼう」モジュールを搭載した3機のスペースシャトル。鉄道模型の部品やレゴブロック、飲料のフタなども使われている手作り感満載の模型である。これを使って、ミッションの関係者はそれぞれの担当分野がどういうポジションにあるのか、「部分と全体」を常に意識しながら準備を重ね、組み立てミッションを成功させた。この模型の作者で執行役の長谷川義幸さんとの対話、035号に続く後編です。

天覧の栄誉に浴した手作り模型

阪本　この模型、ミッションの後にも仕事をしたそうですね？

長谷川　よく働いてくれていますよ。天皇陛下がお見えになったときも……。

阪本　そんな活躍まで⁉

長谷川　陛下が筑波宇宙センターにスペイン国王と一緒にご視察に来られることになった。最初私たちは「みっともないから模型は片づけよう」と言っていたのですが、立川理事長が「このままでいい。これを真ん中に置こう。職員の手作りというのがいい」と。ご覧いただいているお姿が宮内庁のホームページにも載っています。

阪本　もう怖いものはない（笑）。

長谷川　代議士の方々や、ビートたけしさんとか爆笑問題などタレントの皆さんにもすごく受けが良かったです。説明だってパワーポイントで15分かかるところが模型なら3分で済む。英語でも同じ。正しく速く伝えられて言葉の壁も越えることができる。

阪本　素晴らしいですね。

長谷川　誰もが必ず立ち止まってくれる。あまりにもお金がかかってなさそうなところに引っかかるらしいです（笑）。

当事者が作ると「濃さ」が違う

長谷川　それにしても、阪本先生の模型も細かいところまで……。

阪本　「省略しない」がモットーです（笑）。「はやぶさ」では、サンプラーホーンが伸展し、ターゲットマーカが分離し、イオンエンジンもジンバリング（首振り）して中和器の向きもちゃんと分かる。姿勢制御を失ってスピンしてしまったときも、最終的に安定した姿勢のモードってどれなんだろうかって、模型で考えてみると分かりやすかったですよ。

長谷川　ありますね。HTVのチームも荷物を積み卸しする順序を考える上で、コンピュータで計画は作るけど、模型も使っていたようです。厳密な計算はコンピュータでやるけど、見通しが効くんだというようなことを言っていましたね。

阪本　「かぐや」の50分の1の模型を作ったときには、模型を折りたたんだ状態で同じ縮尺のH−ⅡAロケットのフェアリングの中に収め、シーケンスに従って太陽電池パドルやアンテナ類を展開していく様子を、記者の皆さんにお見せしながら説明しました。

長谷川　説明されるほうも助かるし、嬉しいですね。

長谷川さん製作 ペーパークラフト
長谷川さんの手による「きぼう」のペーパークラフト。迫力の一品。宇宙で実作業に当たった宇宙飛行士のサインも

阪本　もともと望遠鏡のペーパークラフトを教材として作っていたから、どうにも手を抜けない。その道のプロが作ればもっとキレイに出来るんでしょうが、当事者がやるからとても「濃い」ものになってしまいます。そしてこういった模型、教育面での効果はすぐに答えが出るわけではありませんが、プロジェクトに予算が付くか付かないかという段階でのプレゼンでは、即効性がありますね。非常に力を発揮します。

長谷川　確実にありますね、それは。「そうまでして君らは……」という情念というか迫力を見せることができる。私も月面基地の模型を作り、日本の旗を渡して「ここに指したいですか？」とやってみたいところです（笑）。

多くの人に作ってみてもらいたい

阪本　「手作り感がいい」と言われても、作り続けていると前と同じには出来なくて、上達しちゃいますよね？

長谷川　絶対うまくなる。早くなるし工夫も出てきます。

阪本　私も自分のスキルが上がってきているのは実感するんですが、今度は自分以外には作れなくなってきて、ちょっと困っています（笑）。

長谷川　（笑）。そういう経験をもっと多くの人にしてもらいたいですよね。宇宙のことを好きになってもらうのにいろんな入り口があっていいし、手を動かすことで身近に感じてもらえるとしたら、とても素晴らしいことです。

阪本　ペーパークラフトも、けっこう好きなお子さんは多いんです。こういうものが好きな子を見つけ、ちょっと好きな子をもっと好きな子にするのに確実に役に立っていると思います。個人的にはペーパークラフトを設計する人も出てきてくれたらなと思いますが。

長谷川　配って作っての一方通行ではなく、双方向のコミュニケーションの助けになるような使い方ができますからね。この種の模型は、今後のミッションにもおそらく必ず役立つとは思うのですが、どうも外注して作ってもらうという筋合いのものでもなさそうです。

阪本　当事者が自分たちで作らないといけないですね。

長谷川　だから後進が育つまでは、まだ夜ふかしを続けなきゃいけないかと……。

阪本　楽しそうにおっしゃいますね（笑）。

望遠鏡の構造を学ぶ教材作りが、ペーパークラフトの道に入るきっかけだった

阪本製作 ペーパークラフト
50分の1「かぐや」ペーパークラフト。打ち上げ時と同じようにフェアリングに収納されている状態（左）。と、展開後の着色した模型（右）

宇宙に飛び出す メイド・イン・ジャパン 第2回

あなたの町にもあるような一見ごく普通の町工場で、宇宙へのチャレンジが続いています。今回は「はやぶさ」が持ち帰った小惑星試料の分析に関わる、機器や設備を手がけた企業を関西に訪ねました。日本を支えてきたモノ作りの力は、日本の宇宙開発や宇宙科学の心強いサポーターとして、世界を驚かせる成果の後押しをしてくれています。

©池下章裕

新素材・新材料へのチャレンジで鍛えられた世界最高水準の「グローブボックス」

株式会社 美和製作所（大阪・摂津市）

10編成以上もの新幹線が雄壮に鼻先を連ねる、鉄道ファンにはおなじみの鳥飼車両基地。工業都市大阪の北の周縁部にあたるこの一帯は、製薬工場や化学工場、物流倉庫が集積する交通の要衝です。民家よりも工場や団地が目立つこの町の一角に本社工場を構える美和製作所は、空気に触れさせてはいけない・外部に漏らしてはならない原材料や試料を扱う「グローブボックス」の専門メーカーです。

同社が手がけたのは、「はやぶさ」の帰還カプセルが運び込まれた相模原キャンパス・キュレーション設備の最も奥深い場所にある、クリーンチャンバの第2室。サンプル容器の内壁をヘラでこすったり、ひっくり返してトントンと叩いてみたりという作業、つまり小惑星試料と人類の第三種接近遭遇（※）が行われた、舞台そのもの。この内部をきわめて清浄な環境に維持する上で、同社の技術が役立てられました。

「宇宙科学研究所の先生方や、設備全体をコーディネートする日立製作所のエンジニアの皆さんとともに、2008年春の納入まで、約2年間にわたって毎月ミーティングを重ねました。それこそボックスの素材も元素レベルから検討を重ねて製作したものです」（技術開発課長の和田史朗さん）

サンプルの動線や機器・装置のレイアウトの検討はもちろんのこと、手に汗握る長時間作業のその汗が、グローブの素材を透過したりはしないのかを確認するため、ゴムに食塩水を塗っては乾かし塗っては乾かす試験まで……。「よごさず開封、もらさず回収」のために、考え得ることは徹底的にやり尽くしたのだと言います。

「途中、米国視察に出かけ、月からのサンプルを扱った当時の機器なども見てきました。よく出来てるなぁと感心しましたが、われわれが最先端を走っていることも確信できました」（創業者で会長の江頭淳也さん）

同社の創業は1975年。ブロワーやヒーターを組み合わせた工業用乾燥機を近隣の工場に納めていたあるとき、江頭さんは「水や酸素と激しく反応する〝リチウム〟を扱えるようなボックスが必要だ。作れないか」と電機メーカーから依頼を受けました。ちょうど補聴器や電卓に使われるリチウムボタン電池が市場に出回り始めた頃のこと。生産規模の拡大や電池材料の研究に、気密度の高いグローブボックスが必要となったのです。江頭さんらは外国製品を参考にしながら日本人の体格に合わせて機器レイアウトを工夫、ガスを循環精製する機器やppb（10億分の1）の感度を持つガス検出器をセットにしたシステムとして提供しました。そしてこれがヒットします。

小型高性能の電子デバイスには小型高性能の電池が欠かせないため、おのずと新型電池開発も日本が世界の主戦場となっていきます。ニッケル水素電池やリチウムイオン電池などの普及とともに「miwa」のグローブボックスも定番となり、放射性物質や導電性高分子を扱う研究機関やバイオ産業などからも幅広く注文が集まるようになりました。そんなバックグラウンドから生まれた世界最高水準のグローブボックスが、日本に持ち帰られた人類初の試料の分析を支えてくれているわけです。

「ありがたいことに、常にお客さんから〝こんなことが出来ないか?〟との要望をいただき、ますますグローブボックスに関する技術の向上が必要だと思っています」（江頭さん）

グローブボックスの需要が途絶えずにあるということは、新しい素材や未知の物質へのチャレンジが、さまざまな企業や研究機関でエネルギッシュに続けられていることの証しと言えるでしょう。

※第三種接近遭遇：地球外生物との接触を意味するSF用語。映画『未知との遭遇』の原題でもある。

1 江頭会長（左）と和田さん 2 同社が通りをはさんで向かい合う鳥飼北小学校は、はやぶさ帰還の翌日に南アフリカW杯で歴史的ゴールを上げた本田圭佑選手の母校。分野こそ違え、MVP級の仕事が目の前で行われていたことは地元のお子さんたちも誇りに思っていいのでは 3 板材の曲げ・穴開け・切削や溶接などの加工や、材料表面に残るわずかな不純物を蒸発・昇華させるためのベーキング炉など、一通りの作業は社屋内で完結する 4 キュレーション設備では防塵服に身を包んだ研究者たちが、分厚いグローブごしに見えないサンプルを扱う細かな作業を続けた。チャンバ内部はシックスナインファイブ（99.9999995%、入手可能な最高純度）よりさらに高純度の窒素ガスで満たされている

サンプルを扱う「清浄な空間」を持ち運ぶためのコンテナを製作

有限会社 堀口鉄工所（兵庫・加古郡稲美町）

子午線とタコと海峡大橋で知られる明石市の北西に位置する稲美町は、兵庫から姫路に至る国道2号・加古川バイパスに貫かれる町です。工場やロードサイド店舗が連なるバイパスから少し外れると、溜め池の点在する田園地帯が広がっており、その中にぽつねんと堀口鉄工所の工場がたたずんでいます。しかし〝鉄工所〟の響きや工場の構えに惑わされてはいけません。

地球外の物質を扱うため、地球上には存在しないほど清浄な空間を維持するのがサンプルチャンバ。そこでピックアップされた小惑星試料をさらに詳しく分析するには、適切な設備のある場所まで試料を輸送することになりますが、その際にはチャンバ内に実現している「清浄な空間」も一緒に運ばなければなりません。それを可能にする超高気密コンテナを手がけたのが同社なのです。

宇宙空間に人間の生存環境を持ち込む有人宇宙船と対比させ、船外活動用の宇宙服を「1人用の宇宙船」と呼ぶことがあります。サンプルチャンバと超高気密コンテナの関係もこれに似ています。貴重な試料を絶対に汚染しないよう作られたきわめてクリーンな環境を、ポータブルなものに――。そのためにこのコンテナが作られました。

「はやぶさの帰還が近づく2010年の5月に、希ガスの年代分析をやっておられる東京大学の長尾敬介先生から打診がありました」（真空部門担当・森田弘明取締役）

真空関連機器の企業に勤めていた森田さんは、50歳の年に、近所で旧知だった堀口勝重さん（現・代表取締役）のもとで真空機器ビジネスを立ち上げます。阪神・淡路大震災で自宅が大きく損壊して長距離通勤が困難になったことも重なり、堀口社長の人柄に共感しての転職だったといいます。

「大学の先生方の難しい注文に応えてきた」（森田さん）きめ細かな対応力が評価され、全国の大学や研究機関に顧客を増やします。自動車のエアバッグの衝突検知用センサに使われるデバイスの製造装置など、ニッチだが重要な設備も手がけるようになり2005年に法人化。以前からの油圧輸送機器の部品加工に加え、真空機器部門はHORIVACのブランド名で知られるようになりました。

今回の超高気密コンテナも、非常に念の入った作りです。

「部品1つ1つ、金属加工の1工程が終わるごとに、中性洗剤で湯煎洗浄・電解研磨・純水洗浄を繰り返しました。特に苦労したのが台座固定と密閉の機構です。ナットを回して閉める必要があるのですが、それが分厚いゴムのグローブを介しての作業となるからです。このナットの加工は社長の名人芸に頼りました」（森田さん）

完成品の納入は昨年の秋。「しばらくはこの事実を秘密にしておいてほしい」と念を押されたそうですが、それももっともなこと。コンテナ納品はまもなくの輸送開始、つまり小惑星サンプル確認を高い確度で意味することになってしまうからです。また長距離の輸送になるとこのコンテナをさらに大きなトランクに収め、ハンドキャリーで輸送されるそうですが、その荷姿も当然ながら非公開で、森田さんらにも知らされてはいません。

「何日か前に、SPring-8（兵庫県・播磨科学公園都市）での分析が始まったとニュースになりましたよね。新幹線なのかクルマなのか分かりませんが、試料を収めたコンテナはすぐ目の前の山陽道を下っていったはずです。ちゃんと仕事しているんだな、と少し嬉しくなりました」（森田さん）

播磨へ、筑波へ、各地の大学や海外へも……。コンテナが動けば動くほど、人類は新たな知見を手にすることになります。コンテナも、堀口鉄工所も、今後の活躍がますます期待されます。

1 森田さん（左）と堀口社長 2「しゃべるのは苦手だから任せるわ」と取材の席を離れた堀口社長。森田さんの案内で工場内を回ると、NC工作機の前に。背筋がピンと伸び、穏やかなまなざしの中にも鋭さが。孫の年代の社員に混じって作業に当たる姿は、オーラを放つというよりも、その場の空気に渾然一体となっているという趣だ 3 前列左から森田さん、堀口社長、谷口さん、高橋さん、後列左から楠瀬さん、恒吉さん、新井さん、上山さん 4 サンプルチャンバと同等のクリーン度を維持するため、ケースはチャンバ内部で開け閉めされる。グローブを介して扱われるナットは大きさ・形状に工夫が凝らされたもの。放電加工を使った堀口社長の“作品”だ（フタのアクリル板は展示用） 5 高エネルギー加速器研究機構や日本原子力研究開発機構などからも、加工難易度の高い部品・部材の依頼がダイレクトに届く

JAXA最前線

INFORMATION 1

2010年 JAXA受賞一覧（2010年1月～12月の主な受賞）

受賞名	主催	受賞日	受賞者
日本機械学会宇宙工学部門業績賞	日本機械学会宇宙工学部門	2010/1/29	深津敦（HTVプロジェクトチーム） 「宇宙ステーション補給機の機械分野における企画・開発」
日本機械学会宇宙工学部門業績賞	日本機械学会宇宙工学部門	2010/1/29	若田光一（宇宙飛行士） 「宇宙飛行士としてのISSでの長期滞在およびその成果」
電気学会　新エネルギー・環境研究会 若手優秀発表賞	電気学会	2010/2/7	窪田健一（数値解析グループ）、船木一幸（宇宙輸送工学研究系）他 『MPDスラスタに関する電極モデルの特性』
科学技術への顕著な貢献 2009（ナイスステップな研究者）	科学技術政策研究所	2010/2/9	虎野吉彦、小鑓幸雄、佐々木宏（HTVプロジェクトチーム） 「高度な安全性・信頼性を満足する宇宙ステーション補給機（HTV）の技術実証」
日本天文学会欧文報告論文賞	日本天文学会	2010/3/26	藤本龍一、満田和久、竹井洋、山崎典子（高エネルギー天文学研究系） 『謎のX線放射の起源は太陽風だった～「すざく」がとらえた地球近傍における太陽風からの輝線放射～』
日本天文学会研究奨励賞	日本天文学会	2010/3/26	内山泰伸（宇宙科学研究所） 『超新星残骸における粒子加速と宇宙線起源の研究』
平成21年度環境goo大賞　行政機関部門賞	環境goo	2010/3/31	JAXA宇宙教育センターウェブサイト
第39回日本産業技術大賞　文部科学大臣賞	日刊工業新聞社	2010/4/7	HTV/H-IIBロケットの開発
日本航空宇宙学会学会賞　論文賞	日本航空宇宙学会	2010/4/16	渡邉泰秀（宇宙ステーション回収機研究開発室）、坂爪則夫（鹿児島宇宙センター）他 『LE-7Aエンジンの剥離現象とノズル内段差によるRSSの抑制法』
日本航空宇宙学会学会賞　論文賞	日本航空宇宙学会	2010/4/16	永井伸治、津田尚一、小山忠勇、平林則明（風洞技術開発センター）他 『極超音速風洞の水分管理』
日本航空宇宙学会学会賞　技術賞・基礎技術部門	日本航空宇宙学会	2010/4/16	柳沢俊史、黒崎裕久、中島厚（未踏技術研究センター） 『重ね合わせ法を用いた微小物体検出技術』
日本航空宇宙学会学会賞　技術賞・プロジェクト部門	日本航空宇宙学会	2010/4/16	白川邦明（理事）、長谷川義幸（執行役）、今川吉郎（宇宙ステーション回収機研究開発室） 『国際宇宙ステーション日本実験棟「きぼう」』
日本航空宇宙学会学会賞　技術賞・プロジェクト部門	日本航空宇宙学会	2010/4/16	齋藤宏文（宇宙情報・エネルギー工学研究系）、れいめいプロジェクトチーム他 『小型科学衛星「れいめい」』
第13回環境報告書賞公共部門賞	東洋経済新報社、グリーンリポーティングフォーラム	2010/5/13	安全・信頼性推進部　環境経営推進会議事務局 『JAXA　ECOレポート　2009』
生態工学会特別功績賞	生態工学会	2010/5/14	木部勢至朗（未踏技術研究センター）
国際活動奨励賞	（財）日本ITU協会主催	2010/5/17	小暮聡（衛星利用推進センター／準天頂衛星システムプロジェクトチーム）
千葉県民県民栄誉賞	千葉県	2010/7/6	山崎直子（宇宙飛行士）
2010 Electric Propulsion Outstanding Technical Achievement Award　技術賞	米国航空宇宙学会（AIAA）	2010/7/26	「はやぶさ」イオンエンジンチーム
称讃の楯	相模原市	2010/7/29	「はやぶさ」プロジェクトチーム
日本結晶成長学会　第27回論文賞	日本結晶成長学会	2010/8/8	木下恭一（ISS科学プロジェクト室） 『TLZ法の開発と均一組成バルク混晶育成への応用』
第5回「ロレアル-ユネスコ女性科学者　日本奨励賞」	日本ユネスコ国内委員会	2010/8/23	山崎直子（宇宙飛行士）
弘前市民栄誉賞	弘前市	2010/8/23	川口淳一郎（月・惑星探査プログラムグループ）
Best Poster Award　2010	International Symposium on Artificial Intelligence, Robotics and Automation	2010/9/1	久保田孝（宇宙探査工学研究系）、吉光徹雄（宇宙情報・エネルギー工学研究系）他
日本航空宇宙学会 第42回流力講演会/数値シミュレーションシンポジウム2010 数値シミュレーション部門最優秀論文賞	日本航空宇宙学会	2010/9/8	橋本敦、村上桂一、青山剛史（数値解析グループ）他 『高速流体ソルバFaSTARの開発』
誉賞	兵庫県	2010/9/20	野口総一（宇宙飛行士）
2010年度　（財）日本航空協会　航空関係者表彰「空の夢賞」	（財）日本航空協会	2010/9/21	若田光一（宇宙飛行士）
第2回JWEF都河賞	日本女性技術者フォーラム	2010/9/25	永松愛子（宇宙環境利用センター）
第3回GRSS-Japan若手奨励賞	IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers）	2010/9/29	大木 真人（地球観測研究センター） 『Supervised Land-cover Classification by ALOS/PALSAR Polarimetric Interferometry』
第8回Webクリエーション・アウォード　気になるWeb人で賞	（社）日本アドバタイザーズ協会 Web広告研究会	2010/9/29	イカロス君
文化功労者	文部科学大臣／文化審議会	2010/10/26	田中靖郎（宇宙科学研究所名誉教授） 「X線天文学での業績ほか」
小学館DIMEトレンド大賞　特別賞	小学館「DIME」	2010/11/9	小惑星探査機「はやぶさ」
2010年度グッドデザイン賞　グッドデザイン金賞	（財）日本産業デザイン振興会	2010/11/10	「きぼう」日本実験棟
第24回電波技術協会賞	（財）電波技術協会	2010/11/10	北原弘志（SE室衛星系独立評価チーム） 「通信・放送並びに測位衛星における先端技術開発に貢献」
相模原市特別表彰	相模原市	2010/11/20	「はやぶさ」プロジェクトチーム
2010年度C&C賞　NEC　C&C財団25周年記念賞	公益財団法人 NEC C&C財団	2010/11/24	川口淳一郎（月・惑星探査プログラムグループ）
第4回ロボット大賞　日本科学未来館館長賞	経済産業省／（社）日本機械工業連合会	2010/11/26	「きぼう」ロボットアーム
チーム・オブ・ザ・イヤー2010　最優秀チーム	ロジカルチームワーク委員会	2010/11/26	「はやぶさ」プロジェクトチーム
2010年日本イノベーター大賞・大賞	日経BP社	2010/11/30	川口淳一郎（月・惑星探査プログラムグループ）
日本燃焼学会奨励賞	日本燃焼学会	2010/12/2	菊池政雄（ISS科学プロジェクト室） 「微小重力環境を利用した液滴列の燃焼メカニズムに関する研究」
感謝状	内閣府、文部科学省	2010/12/2	「はやぶさ」プロジェクトチーム
第58回菊池寛賞	公益財団法人 日本文学振興会	2010/12/3	「はやぶさ」プロジェクトチーム
2011年度IEEE fellow grade受賞	IEEE（Institute of Electrical and Electronic Engineers）	2010/12/8	島田政信（地球観測研究センター） 「レーダによるリモートセンシング技術に貢献」
進化計算シンポジウム2010における最優秀発表賞	進化計算学会	2010/12/19	大山 聖（情報・計算センター）、川勝康弘 (月・惑星探査プログラムグループ)他
日本流体力学会第24回数値流体力学シンポジウム ベストCFDグラフィックスアワード第1位	日本流体力学会	2010/12/20	橋本敦、青山剛史（数値解析グループ）、香西政孝（風洞技術開発センター）他 『遷音速風洞の壁支持干渉解析』

INFORMATION 2

若田宇宙飛行士、ISS第38次／第39次長期滞在搭乗員に決定

若田光一宇宙飛行士が、第38次長期滞在フライトエンジニア、第39次長期滞在コマンダーとして国際宇宙ステーション（ISS）に滞在することとなりました。若田宇宙飛行士は2009年に約4カ月半のISS長期滞在を行い、その後は宇宙飛行士訓練を継続するとともに、10年3月よりNASA宇宙飛行士室のISS運用ブランチ・チーフとして、また同年4月よりJAXA宇宙飛行士グループ長として業務に従事してきました。若田宇宙飛行士は13年末頃にソユーズ宇宙船でISSに向かい、約半年間滞在予定。日本人初のコマンダーとして指揮をとります。

INFORMATION 3

次期固体ロケット「イプシロン」発射場は内之浦に

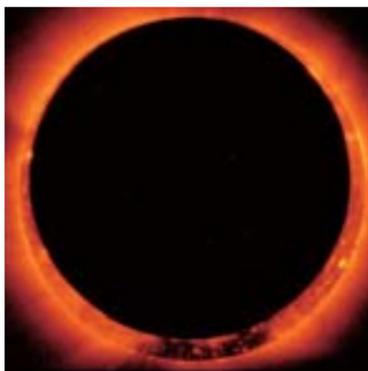
2013年度の打ち上げに向け開発が進む次期固体ロケット「イプシロン」の発射場が、鹿児島県の内之浦宇宙空間観測所に決まりました。1970年に日本初の人工衛星「おおすみ」を打ち上げた歴史ある射場で、世界最高の固体ロケットと呼ばれた「M-V」の射場として06年まで小惑星探査機「はやぶさ」など数々の科学衛星、探査機を打ち上げてきました。「M-V」の後継機である「イプシロン」は、機体能力の向上だけではなく、機体本体の製作や、地上設備や運用における効率化をはかることで、臨機応変な打ち上げを目指します。「イプシロン」初号機には、金星や木星、火星の大気が宇宙空間に逃げだすメカニズムなどを観測する小型科学衛星「SPRINT-A」が搭載される計画です。2年余りという短い開発期間の中で確実な打ち上げを行うため、ランチャーや整備棟などの既存設備を最大限に活用する計画です。

INFORMATION 4

ジェット飛行実験機 愛称「飛翔」に決定

次世代航空科学技術の発展、国産ジェット旅客機の開発や先進技術の飛行実証に活用することを目的としてJAXAが新たに導入する「ジェット飛行実験機（ジェットFTB：Flying Test Bed）」の愛称が、「飛翔（ひしょう）」に決定しました。3928件の応募をいただき、提案者からは「大空をはばたく」「美しく飛行している」「未来に向かって」等のイメージがあげられました。「飛翔」は、航空技術の飛行試験に必要となる特殊な計測装置等を搭載する小型ジェット機です。「飛翔」での飛行実証技術の研究開発を通じ、次世代航空科学技術の発展、国産ジェット旅客機の開発や先進技術の飛行実証に活用していくことを目指します。

INFORMATION 5

世界初、「ひので」がとらえた宇宙から見た金環日食

太陽観測衛星「ひので」が、2011年1月4日に起きた日食を観測しました。2006年に打ち上げられた「ひので」は、X線望遠鏡、可視光磁場望遠鏡、極端紫外線撮像分光装置を使って太陽観測を行っています。今回の日食は地上からは部分日食として見えましたが、地上680kmを周回する「ひので」は、金環日食として観測することに成功しました。

X線望遠鏡による全面画像
日本時間18時16分 ©NAOJ/JAXA

JAXA's
宇宙航空研究開発機構機関誌 No.037

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー
2011年3月1日発行

「こうのとり」2号機を搭載し、快晴の空に
打ち上げられたH-IIBロケット

ドッキング後、ISSのロボットアームにより補給キャリア非与圧部に搭載した曝露パレットを把持 ©JAXA/NASA

成功を喜ぶHTV運用管制チームのメンバー

Close-up

「こうのとり」2号機 ISSへドッキング完了

1月22日午後2時37分57秒、種子島宇宙センターから打ち上げられた宇宙ステーション補給機「こうのとり」2号機は、国際宇宙ステーション(ISS)にドッキングしました。スペースシャトルの退役を今夏に控え、大型貨物を運ぶことのできる「こうのとり」は、各国から大きな期待を寄せられています。

打ち上げ後、順調に飛行を続けた「こうのとり」2号機は、1月27日午後8時41分頃にISSのロボットアームで把持され、28日の午前3時34分頃にISSにドッキングしました。同日午前5時47分に補給キャリア与圧部のハッチが開けられ、ISSの第26次長期滞在クルーが与圧部内に入室。地上から運んだ実験装置や船外貨物、水、食料などが順次ISSへ移送中です。28日未明、筑波宇宙センターで会見した虎野吉彦プロジェクトマネージャは「初号機よりも期待度が高く緊張したが、ほっとした。今後も荷物の出し入れや地球への再突入があり、気を引き締める」と意気込みを語りました。「こうのとり」2号機の最新情報は、特設サイトにてご覧いただくことができます。皆様の応援をよろしくお願いいたします。
http://www.jaxa.jp/countdown/h2bf2/

補給キャリア与圧部のハッチを開けて入室し、物資の搭載状況を確認するスコット・ケリー宇宙飛行士 ©JAXA/NASA

お知らせ

宇宙航空研究開発機構機関誌「JAXA's」38号(次号)より、「JAXA's」配送サービスを開始します。ご自宅や職場など、ご指定の場所へ「JAXA's」を配送いたします。本サービスご利用には、配送に要する実費をご負担いただくこととなります。料金やお申し込み方法などの詳細は、追って、JAXAウェブサイト(下記)等でお知らせいたします。なお、JAXAウェブサイトでは、従来どおりPDF版を掲載いたしますので、こちらもご利用ください。 http://www.jaxa.jp/pr/jaxas/

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング3階
TEL:03-6266-6400 FAX:03-6266-6910

JAXAウェブサイト http://www.jaxa.jp/
メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/